



## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.02.2002 Patentblatt 2002/09

(51) Int Cl.7: F25J 3/04

(21) Anmeldenummer: 00122768.5

(22) Anmeldetag: 19.10.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 18.08.2000 DE 10040396

(71) Anmelder: Linde Aktiengesellschaft  
65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:  
• Möller, Stefan  
81669 München (DE)  
• Bader, Wolfgang  
82067 Ebenhausen (DE)

(74) Vertreter: Gellner, Bernd et al  
Linde Aktiengesellschaft, Zentrale  
Patentabteilung, Dr.-Carl-von-Linde-Strasse  
6-14  
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung einer Luftzerlegungsanlage

(57) Verfahren zur Herstellung einer Anlage zur Durchführung eines Tieftemperaturluftzerlegungsverfahrens, bei dem mindestens ein Bestandteil der Einsatzluft mittels einer ausgewählten Verfahrensvariante als Produkt gewonnen wird, wobei die Anlage mindestens eine Coldbox aufweist, in der mindestens ein Modul angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Größenklassen vordefiniert werden, wobei eine Größenklasse die Abmessungen der Coldbox dieser

Größenklasse festlegt und die Coldbox jeder Größenklasse so groß ist, dass in der Coldbox das Modul für mindestens zwei unterschiedliche Produktmengenanforderungen und / oder mindestens zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten unterbringbar ist, und dass eine Coldbox einer bestimmten Größenklasse ausgewählt wird und das Modul in der Coldbox der ausgewählten Größenklasse angeordnet wird.

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Anlage zur Durchführung eines Tieftemperaturluftzerlegungsverfahrens, bei dem mindestens ein Bestandteil der Einsatzluft mittels einer ausgewählten Verfahrensvariante als Produkt gewonnen wird, wobei die Anlage mindestens eine Coldbox aufweist, in der mindestens ein Modul angeordnet wird.

[0002] Tieftemperaturluftzerlegungsanlagen gewinnen durch Zerlegung von Umgebungsluft große Mengen Sauerstoff, Stickstoff, Argon und gegebenenfalls weitere Edelgase. Derartige Anlagen werden auf Grundlage der vom Kunden vorgegebenen Produktspezifikationen ausgelegt. Der Kunde definiert die von ihm gewünschten Produktarten, beispielsweise Sauerstoff, Stickstoff und Argon, deren jeweilige Mengen, Drücke und Reinheiten, ob die Produkte gasförmig und / oder flüssig gewonnen werden sollen, und die Dynamik der Anlage bei Umstellungen und Änderungen der Produktion.

[0003] Anhand dieser Produktspezifikationen wählt der Hersteller der Anlage ein bestimmtes Luftzerlegungsverfahren bzw. eine bestimmte Verfahrensvariante, die hierfür erforderlichen Anlagenkomponenten, wie Maschinen und Apparate, die Instrumentierung, Automatisierung und Steuerung aus. Alle diese Komponenten müssen aufeinander abgestimmt werden.

[0004] In der Praxis bedeutet dies, dass jede Anlage neu konzipiert und ausgelegt werden muss. Hierbei sind neben den Kundenspezifikationen zahlreiche physikalische und fertigungstechnische Randbedingungen zu beachten, wie zum Beispiel zulässige Drücke, maximale Mengen und Herstellbarkeit der erforderlichen Baugruppen. Die Konzipierung einer Luftzerlegungsanlage ist daher sehr aufwändig und kostspielig.

[0005] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung einer Luftzerlegungsanlage aufzuzeigen, welches den mit der Konzipierung, Auslegung und Fertigung verbundenen Aufwand verringert.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass mehrere Größenklassen vordefiniert werden, wobei eine Größenklasse die Abmessungen der Coldbox dieser Größenklasse festlegt und die Coldbox jeder Größenklasse so groß ist, dass in der Coldbox das Modul für mindestens zwei unterschiedliche Produktmengenanforderungen und / oder mindestens zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten unterbringbar ist, und dass eine Coldbox einer bestimmten Größenklasse ausgewählt wird und das Modul in der Coldbox der ausgewählten Größenklasse angeordnet wird.

[0007] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden die Bestandteile der Tieftemperaturluftzerlegungsanlage begrifflich in Module, Zubehöriteile und die Verröhrung unterteilt. Die Module umfassen alle Bauteile, die eine der für die Luftzerlegung spezifischen Funktionen ermöglichen. Dies sind insbesondere Maschinen

wie z.B. Verdichter, Kompressoren, Expansionsmaschinen und kryogene Pumpen, Vorrichtungen zur Luftreinigung, wie z.B. Molsiebe und Adsorber, Wärmeaustauschvorrichtungen, wie z.B. Hauptwärmetauscher,

5 Hauptkondensator, Kopfkondensatoren, Nebenkondensatoren und Unterkühlungsgegenströme, sowie Apparate zur Zerlegung der Luft, wie Gegenströme und Rektifiziersäulen. Unter einem "kalten Modul" wird ein Modul verstanden, welches mit einer thermischen Isolierung, einer sogenannten Coldbox, versehen wird.

10 [0008] Bisher wurden die einzelnen Module einer Luftzerlegungsanlage unter Berücksichtigung der vom Kunden gewünschten Produktspezifikationen und der am Aufstellungsort der Anlage vorliegenden Luftbedingungen sowie aufgrund weiterer Nebenbedingungen, wie gesetzliche Vorschriften und Normen, ausgewählt. Die kalten Module, d.h. die Module, die thermisch isoliert werden müssen, und deren Zubehöriteile wurden dann einzeln oder zu Gruppen zusammengefasst in eine oder mehrere Coldboxes eingebracht, die genau an die Abmessungen der Module oder der Gruppen von

15 Modulen angepasst wurden.

[0009] Erfindungsgemäß werden die Abmessungen der Coldbox oder der Coldboxen, in denen ein oder mehrere der thermisch zu isolierenden Module untergebracht sind, nicht mehr punktgenau auf die Module ausgelegt. Es werden vielmehr mehrere Größenklassen von Coldboxen vordefiniert, so dass nur noch eine begrenzte Anzahl von Coldboxgrößen zur Verfügung

20 steht.

[0010] Anhand der oben genannten Kriterien, wie Produktspezifikationen usw., werden zunächst die für die herzustellende Tieftemperaturluftzerlegungsanlage geplanten Module ausgesucht. Je nach Größe der Anlage werden die kalten Module, die in Coldboxen untergebracht werden sollen, in Gruppen eingeteilt. Die Einteilung der Gruppen erfolgt vorzugsweise so, dass sich, nachdem die Modulgruppen in die Coldboxen angeordnet sind, ein oder mehrere transportable Einheiten ergeben und bevorzugt so dass funktionelle Einheiten entstehen. Beispielsweise werden die Drucksäule, die Niederdrucksäule und der Hauptkondensator zu einer Stickstoff-Sauerstoff-Rektifikationseinheit zusammen-

25 gefasst.

[0011] Entsprechend den zu isolierenden Modulen oder Modulgruppen wird dann eine Größenklasse ausgewählt und die Module werden in eine Coldbox mit den Abmessungen der gewählten Größenklasse eingebracht. Die einzelnen Größenklassen werden vorher, unabhängig von der aktuellen anhand der Kundenspezifikationen konzipierten Anlage, festgelegt. Innerhalb einer Größenklasse ist jedem Modul bzw. jeder Modulgruppe, die bei den verschiedenen Verfahrensvarianten und Anlagengrößen vorkommen eine feste Coldboxgröße zugeordnet.

30 [0012] Die erfindungsgemäße Größenklassifizierung soll anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht werden. Es werden fünf Größenklassen vordefiniert, wobei

innerhalb einer Größenklasse eine erste Coldboxgröße für das Drucksäulenmodul, eine zweite Coldboxgröße für das Niederdrucksäulenmodul, eine weitere Coldboxgröße für das Argonrekifikationsmodul und beispielsweise eine vierte Coldboxgröße für das Energieaustauschmodul mit den Hauptwärmetauschern festgelegt wird. Entsprechend den Kundenwünschen, der beabsichtigten Luftzerlegungsverfahrensvariante und den übrigen Randbedingungen werden die Größe, Ausführung, Anordnung und Kombination der einzelnen Module bestimmt. Dabei ergibt sich z. B. ein Drucksäulenmodul mit bestimmten Abmessungen. Durch Vergleich mit den vordefinierten Größenklassen wird die zu verwendende Klasse ausgewählt und die in dieser Klasse für das Drucksäulenmodul festgelegte Coldboxgröße verwendet. Die Coldboxgrößen in den einzelnen Größenklassen werden so festgelegt, dass trotz der Beschränkung auf lediglich fünf Größen eine Vielzahl von Verfahrensvarianten und Produktmengenanforderungen, bei denen sich das Drucksäulenmodul im Hinblick auf Größe und Zubehörteile jeweils unterscheidet, abgedeckt werden.

[0013] Die gewählte Coldbox ist somit nicht genau an die konkrete Verfahrensvariante und die in dem speziellen Anwendungsfall eingesetzten Module mit Zubehörteilen angepasst, sondern lediglich eine Auswahl aus der begrenzten Anzahl von möglichen Coldboxgrößen. Die gewählte Coldbox ist somit auf den ersten Blick nicht die optimale Lösung zur Isolierung des eingesetzten Moduls. In der Regel werden deshalb gemäß der Erfindung die Materialkosten für die Coldbox etwas höher sein als die einer Coldbox, die in üblicher Weise an die zu isolierenden Teile exakt angepasst wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass sich durch die erfindungsgemäße Definition bestimmter Größenklassen Einsparungen beim Engineering erzielen lassen, die den höheren Materialaufwand übersteigen und damit in der Summe Kostenvorteile bringen.

[0014] Die einzelnen Größenklassen werden so ausgewählt, dass durch jede Größenklasse mindestens zwei unterschiedliche Produktmengenanforderungen und / oder mindestens zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten abgedeckt werden. Die Verfahrensvarianten unterscheiden sich beispielsweise durch die gewonnenen Produkte, die Art der Produktverdichtung, die Produktdrucke, die Produktreinheiten, das Verhältnis Flüssigkeit zu Gas oder das Verhältnis Sauerstoffproduktmenge zu Stickstoffproduktmenge.

[0015] Vorzugsweise werden die Drucksäule, die Niederdrucksäule oder das gesamte Stickstoff-Sauerstoff-Rekifikationsmodul und die jeweiligen Zubehörteile in eine Coldbox eingebracht, die unabhängig von der Art der Produktverdichtung gewählt wird. Bei gegebener Produktmenge wird sowohl bei einer Außenverdichtung der Produkte, d. h. einer Verdichtung des gasförmigen Produktes, als auch bei einer Innenverdichtung, d. h. bei einer Verdichtung des Flüssigproduktes mit anschließender Verdampfung der verdichteten Flüssigkeit, je-

weils die gleiche Coldboxgröße gewählt.

[0016] Die Auswahl der Größenklassen erfolgt weiter mit Vorteil so, dass die Coldboxgrößen des Drucksäulenmoduls, des Niederdrucksäulenmoduls oder des Stickstoff-Sauerstoff-Rekifikationsmoduls unabhängig davon gewählt werden, ob an die Niederdrucksäule eine Rohargonsäule und gegebenenfalls weitere Säulen angeschlossen werden sollen oder nicht.

[0017] Ferner ist es günstig, für mindestens zwei Verfahrensvarianten, bei denen die Produkte mit unterschiedlichem Druck oder unterschiedlichen Reinheiten gewonnen werden oder für zwei Verfahren, bei denen das Verhältnis zwischen der gasförmigen Produktmenge und der Flüssigproduktmenge variiert oder für zwei Verfahren mit unterschiedlichem Verhältnis von Produktsauerstoffmenge zu Produktstickstoffmenge gleiche Coldboxgrößen vorzusehen.

[0018] Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, die Größenklassen so festzulegen, dass eine Coldbox einer Größenklasse geeignet ist, um die zugehörigen Module und ihre Zubehörteile von mindestens 5, bevorzugt mindestens 10 verschiedenen Verfahrensvarianten, abzudecken. Die Coldbox ist dabei so ausgeführt, dass jede einzelne der Verfahrensvarianten, aber nicht zwingend alle Verfahrenvarianten gleichzeitig abgedeckt werden können.

[0019] Die Größenklassen werden so ausgewählt, dass mindestens zwei verschiedene Verfahrensvarianten und / oder zwei verschiedene Produktmengenanforderungen mit einer Coldbox einer Größe abgedeckt werden können. Zwei Produktmengenanforderungen werden als verschieden angesehen, wenn die Erzeugung der geforderten Produktmengen unterschiedliche Auswirkungen auf die Ausführung und/oder Größe und/oder Anzahl der benötigten Module und / oder deren Zubehörteile hat.

[0020] Die Erfindung besitzt sowohl Vorteile, wenn alle Module in genau einer Coldbox angeordnet werden, als auch wenn mindestens zwei Coldboxen für die Module vorgesehen sind. Im ersteren Fall werden mehrere Größenklassen für die Coldbox festgelegt, in der jeweils alle thermisch zu isolierenden Module unterbringbar sind. Je nach Verfahrensvariante und Produktmengenanforderung wird eine bestimmte Größenklasse ausgewählt, wobei dieselbe Größenklasse auch für andere Verfahrensvarianten oder Produktmengenanforderungen geeignet ist. Jede Größenklasse umfasst in diesem Fall nur eine einzige Coldboxgröße. Werden die kalten Module dagegen auf mehrere Coldboxen verteilt, so wird durch eine Größenklasse für jedes Modul oder jede Gruppe von Modulen, die jeweils in einer eigenen Coldbox untergebracht werden sollen, eine bestimmte Dimensionierung der entsprechenden Coldbox festgelegt. Werden beispielsweise alle kalten Module in ein Energieaustauschmodul mit den Wärmetauschern, ein Rekifikationsmodul mit den Rekifikationsssäulen und ein Zubehörmodul mit allen sonstigen Elementen unterteilt, so sind durch jede Größenklasse die Abmessungen von

den genannten Modulen entsprechenden Coldboxen vorgegeben.

[0021] Wenn die kalten Module auf mehrere Coldboxen verteilt werden, wird vorzugsweise für alle Coldboxen die gleiche Größenklasse gewählt. Besonders bevorzugt werden die für verschiedene Module oder Modulgruppen vorgesehenen Coldboxen derselben Größenklasse mit definierten Schnittstellen versehen. Die Anschlusspunkte für die Verrohrung, die Instrumentierung, elektrische Versorgung, usw. werden unabhängig von der konkreten Verfahrensvariante festgelegt. Innerhalb einer Größenklasse werden nicht nur die Abmessungen der Coldbox/en, sondern auch deren Anschlusspunkte definiert. Die einzelnen Coldboxen mit den Modulen können so stets in analoger Weise ohne zusätzlichen Engineering-Aufwand leicht miteinander verbunden werden.

[0022] Teilweise ist es auch günstig, die verschiedenen Module einer Luftzerlegungsanlage in Coldboxen unterzubringen, die verschiedenen Größenklassen zugeordnet sind. Benötigt der Kunde beispielsweise nur relativ wenig Argon und soll daher nicht die maximal mögliche Menge an Argon gewonnen werden, so wird ein entsprechend kleineres Argonmodul verwendet. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Coldbox für das Argonmodul aus einer niedrigeren Größenklasse auszuwählen als die Coldboxen für das Drucksäulen- und das Niederdrucksäulenmodul bzw. für das Sauerstoff/Stickstoff-Rektifikationsmodul.

[0023] Um auch die Herstellung von Anlagen, bei denen Coldboxen verschiedener Größenklassen kombiniert werden, möglichst zu vereinfachen, ist es vorteilhaft, nicht nur innerhalb einer Größenklasse unabhängig von der Ausführung des in der Coldbox unterzubringenden Moduls feste Schnittstellen für Verrohrung und sonstige Anschlüsse festzulegen, sondern auch unabhängig von der Größenklasse die Schnittstellen zu definieren. So sind z.B. die Lage und die Art der Anschlusspunkte für die Verrohrung unabhängig von der Größe der Coldboxen. Die Anschlusspunkte für die elektrischen Versorgungsleitungen und die Instrumentierung können beispielsweise stets auf der den Rohranschlüssen gegenüberliegenden Seite der Coldbox angeordnet sein. Mit anderen Worten: Die Anschlusspunkte der Coldboxen werden so ausgewählt, dass die Verbindung der Coldboxen untereinander oder mit anderen Bauelementen oder Modulen unabhängig von der Größe der Coldboxen stets identisch ausgeführt werden kann.

[0024] Wie erwähnt werden die durch die Erfindung erzielten Einsparungen bei der Konzipierung der Coldboxen durch einen leicht erhöhten Materialaufwand aufgrund der nicht optimal angepassten Coldboxen erkaufte. Es hat sich herausgestellt, dass das Optimum hinsichtlich der Kosten dann erreicht wird, wenn 3 bis 10, bevorzugt 4 bis 8, besonders bevorzugt 4 bis 6 Größenklassen vordefiniert werden. In diesem Fall sind die Einsparungen deutlich höher als die durch den zusätzlichen Materialaufwand verursachten Kosten.

[0025] Die Erfindung bringt insbesondere bei großen Anlagen zur Verarbeitung von mehr als 25000 Nm<sup>3</sup>/h Luft, bevorzugt mehr als 50000 Nm<sup>3</sup>/h Luft Vorteile, da bei diesen Anlagen der Aufwand für Engineering besonders hoch ist.

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Anlage zur Durchführung eines Tieftemperaturluftzerlegungsverfahrens, bei dem mindestens ein Bestandteil der Einsatzluft mittels einer ausgewählten Verfahrensvariante als Produkt gewonnen wird, wobei die Anlage mindestens eine Coldbox aufweist, in der mindestens ein Modul angeordnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Größenklassen vordefiniert werden, wobei eine Größenklasse die Abmessungen der Coldbox dieser Größenklasse festlegt und die Coldbox jeder Größenklasse so groß ist, dass in der Coldbox das Modul für mindestens zwei unterschiedliche Produktmengenanforderungen und / oder mindestens zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten unterbringbar ist, und dass eine Coldbox einer bestimmten Größenklasse ausgewählt wird und das Modul in der Coldbox der ausgewählten Größenklasse angeordnet wird.**
2. Verfahren zur Herstellung einer Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage genau eine Coldbox aufweist.**
3. Verfahren zur Herstellung einer Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage mindestens zwei Coldboxen aufweist.**
4. Verfahren zur Herstellung einer Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass 3 bis 10, bevorzugt 4 bis 8, besonders bevorzugt 4 bis 6 Größenklassen vordefiniert werden.**
5. Verfahren zur Herstellung einer Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage zur Verarbeitung von mehr als 25000 Nm<sup>3</sup>/h Luft, bevorzugt mehr als 50000 Nm<sup>3</sup>/h Luft geeignet ist.**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 12 2768

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (INCL.7)
A	DE 28 22 774 A (LINDE AG) 29. November 1979 (1979-11-29) * Seite 2, Absatz 2; Ansprüche; Abbildungen * * Seite 3, Absatz 4 * * Seite 6, Absatz 4 * * Seite 7, Absatz 1 *	1-5	F25J3/04
A	US 5 461 871 A (GRELAUD ALAIN ET AL) 31. Oktober 1995 (1995-10-31) * das ganze Dokument *	1-5	
A	FR 2 649 962 A (HUON CHRISTIAN ; DESHAYES JEAN FRANCOIS (FR); RAYE CHRISTIAN (FR);) 25. Januar 1991 (1991-01-25) * Seite 1; Ansprüche; Abbildungen *	1-5	
A	US 5 912 425 A (TSEVERY JEAN-MARC ET AL) 15. Juni 1999 (1999-06-15) * Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 21 *	1-5	
A	FR 2 780 147 A (AIR LIQUIDE) 24. Dezember 1999 (1999-12-24) * Seite 4, Zeile 21 - Zeile 24; Ansprüche; Abbildungen * * Seite 5, Zeile 8 - Zeile 21 * * Seite 7, Zeile 23 - Zeile 34 * * Seite 9, Zeile 21 - Zeile 31 * * Seite 10, Zeile 30 - Zeile 34 * * Seite 12, Zeile 3 - Zeile 6 * * Seite 12, Zeile 29 - Zeile 33 *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (INCL.7) F25J E04H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2001	Patent Lapeyre, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>A technologischer Hintergrund</p> <p>O nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P Zwischenliteratur</p> <p>4. Vorhand der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 2768

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentsdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-05-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentsdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2822774	A	29-11-1979	KEINE	
US 5461871	A	31-10-1995	FR 2706025 A	09-12-1994
			CN 1118277 A, B	13-03-1996
			CN 1261653 A	02-08-2000
			DE 69402914 D	05-06-1997
			DE 69402914 T	18-12-1997
			EP 0629829 A	21-12-1994
			ES 2104301 T	01-10-1997
			JP 6347164 A	20-12-1994
FR 2649962	A	25-01-1991	KEINE	
US 5912425	A	15-06-1999	FR 2752530 A	27-02-1998
			BR 9704468 A	08-06-1999
			CA 2213605 A	21-02-1998
			EP 0824951 A	25-02-1998
			JP 10180026 A	07-07-1998
			PL 321655 A	02-03-1998
FR 2780147	A	24-12-1999	KEINE	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82